

УДК 616-092.9

<https://doi.org/10.33619/2414-2948/77/34>

ВЛИЯНИЕ БАРОКАМЕРНОЙ ГИПОКСИИ НА ЭМОЦИОНАЛЬНО-ДВИГАТЕЛЬНОЕ ПОВЕДЕНИЯ ЖИВОТНЫХ

©Алдашукуров *Ы. А.*, ORCID: 0000-0003-4922-4673, Ошский государственный университет,
г. Ош, Кыргызстан, aldashukurov77@mail.ru

©Тухватшин *Р. Р.*, ORCID: 0000-0003-0525-9604, д-р мед. наук, Киргизская государственная
медицинская академия, г. Бишкек, Кыргызстан, rtuhvatshin@rambler.ru

INFLUENCE OF PRESS CHAMBER HYPOXIA ON THE RESEARCH ACTIVITY OF ANIMALS

©Aldashukurov *Y.*, ORCID: 0000-0003-4922-4673, Osh State University,
Osh, Kyrgyzstan, aldashukurov77@mail.ru

©Tukhvatshin *R.*, ORCID: 0000-0003-0525-9604, Dr. habil., Kyrgyz State Medical Academy,
Bishkek, Kyrgyzstan, rtuhvatshin@rambler.ru

Аннотация: В работе исследованы особенности ориентировочно-исследовательской активности в условиях адаптации организма к барокамерной гипоксии. В исследованиях были использованы белые лабораторные крысы. Моделирование острой гипоксии осуществлялось в барокамере. В ходе работы установлено, что острая гипоксия приводит к торможению эмоционально-двигательной активности у животных на 3-е сутки, истощая энергетические ресурсы в нервных клетках головного мозга крыс. Известно, что в головном мозге в сравнении с печенью и сердцем наблюдается наибольшая скорость протекания гликолитических реакций, в связи с чем в течение короткого временного интервала концентрация лактата в мозговой ткани значительно увеличивается. Помимо накопления молочной кислоты отмечается интенсивное образование ряда недоокисленных продуктов - восстановленных пиридиннуклеотидов, повышение содержания других органических кислот цикла Кребса, например пировиноградной кислоты [1]. Общее закисление внутриклеточной среды нейронов сопровождается резким снижением активности клеточных ферментов и нарушением их связей с мембраной. Начиная с четвертой сутки угнетаются возбудимость нейронов отвечающих за груминги, повышается резистентность организма животных к острой гипобарической гипоксии. Действие пониженного барометрического давления (высоты 6000метров над уровнем моря) на пятые и шестые сутки приводят к гипоксическому нарушению функций высших отделов ЦНС. Таким образом, изучение особенностей протекания биоэлектрических процессов в ЦНС на фоне формирующихся острых экзогенных гипоксических состояний различного генеза приобретает особую важность в связи с необходимостью получения своевременных и объективных сведений о выраженности функциональных нарушений чувствительных к гипоксии структур головного мозга, а также определения уровня их повреждения [6].

Abstract. The paper studies the features of orienting-exploratory activity in the conditions of adaptation of the body to pressure chamber hypoxia. White laboratory rats were used in the studies. Simulation of acute hypoxia was carried out in a pressure chamber. In the course of the work, it was found that acute hypoxia leads to inhibition of emotional and motor activity in animals on the 3rd day, depleting energy resources in the nerve cells of the brain of rats.

It is known that in the brain, in comparison with the liver and heart, the highest rate of glycolytic reactions is observed, and therefore, within a short time interval, the concentration of lactate in the brain tissue increases significantly. In addition to the accumulation of lactic acid, there is an intensive formation of a number of under oxidized products — reduced pyridine nucleotides, an increase in the content of other organic acids of the Krebs cycle, for example, pyruvic acid [1]. The general acidification of the intracellular environment of neurons is accompanied by a sharp decrease in the activity of cellular enzymes and a violation of their connections with the membrane. Starting from the fourth day, the excitability of neurons responsible for grooming is inhibited, the resistance of the animal organism to acute hypobaric hypoxia increases. The action of low barometric pressure (altitude 6000 meters above sea level) on the fifth and sixth day leads to hypoxic dysfunction of the higher parts of the central nervous system. Thus, the study of the features of the course of bioelectrical processes in the CNS against the background of emerging acute exogenous hypoxic conditions of various origins is of particular importance due to the need to obtain timely and objective information about the severity of functional disorders of brain structures sensitive to hypoxia, as well as to determine the level of their damage [6].

Ключевые слова: гипоксия, мозжечок, базальные ядра, кора мозга.

Keywords: hypoxia, cerebellum, basal ganglia, cerebral cortex.

Устойчивость различных образований ЦНС к недостатку O_2 варьирует в довольно широких пределах. В настоящее время выделяют три группы нервных структур в зависимости от чувствительности к гипоксии. В соответствии с условиями реагирования ЦНС на снижение кислородного обеспечения организма, отмечается определенная фазность в реакциях головного мозга в ответ на развитие острой гипоксии [3]. Даже незначительные изменения в состоянии головного мозга, обусловленные гипоксией, отражаются на качественной стороне его условно-рефлекторной и аналитико-синтетической деятельности. На первой стадии, т.е. на легкой степени гипоксии обычно отмечают увеличение суммарной биоэлектрической активности мозга, повышение возбудимости его структур. Процессы возбуждения в этот период начинают преобладать над процессами торможения и охватывают практически все отделы ЦНС, что объясняют обычно возникновением легкой гипоксической деполяризации биомембран нервных клеток [4].

В дальнейшем по мере углубления состояния гипоксии развивается тормозная фаза, обуславливаемая нарастающим энергетическим голоданием нейронов. Торможение широко распространяется по коре головного мозга и переходит на подкорковые структуры. В результате происходит прогрессирующее угасание биоэлектрической активности мозга, что свидетельствует о развитии функциональных и структурных повреждений нейронов [5].

Материалы и методы исследования

Эксперименты были проведены на 16 белых лабораторных крысах с соблюдением Хельсинкской декларации Всемирной ассоциации от 2000 г. Все животные были подразделены на 2 группы. Первую контрольную группу составили 8 крыс, во вторую экспериментальную группу вошли 8 крыс подвергшихся к барокамерной гипоксии. Содержались в стандартных условиях вивария, масса животных к началу эксперимента составляла 150-220 г. Уход и содержание экспериментальных животных были стандартными — 12 часовой период освещения при комнатной температуре (18-22°C).

В течение всего периода проведения экспериментов крысы содержались в пластмассовых контейнерах размером 60×30×20 по 8 животных в каждой. Моделирование острой гипоксии осуществлялось в барокамере. Подъем животных длился 15 мин, с постепенным повышением высоты до 6000 м над у. м. со скоростью 5-6 м/с. Ориентировочно-исследовательская активность исследовалась с помощью теста «Открытое поле». Эксперименты проводились в первой половине дня (10-12 час), проверка производилась в течение семи суток с начала эксперимента.

Весь полученный фактический экспериментальный материал подвергнут компьютерной обработке с помощью пакета прикладных программ Microsoft Excel и с расчетом t-критерия Стьюдента [2].

Результаты и обсуждение

В первые дни после гипоксии животные реагировали так же, как и в контрольной группе. Так, видимые изменения в поведении экспериментальных животных были обнаружены на 4 и 5 сутки. Эти крысы становились вялыми. Отмечалось снижение болевой чувствительности. Шерсть становилась тусклой, теряла естественный блеск и интенсивно выпадала, вокруг носа и глаз наблюдались кровянистые красные ободки, диспепсические расстройства. На 6 сутки животные стали малоподвижными, тонус мышц ослаб. По сравнению с контрольными животными на корм реагировали пассивно, иногда еда оставалась несъеданной. У этих животных также наблюдались диарея.

Таким образом, воздействие гипоксии характеризовалось более заметным снижением активации механизмов адаптации организма животных. Схожие изменения описаны у Р. Д. Лапшина, А. А. Миронова [9].

В «открытом поле» наблюдали на следующие показатели их поведенческой активности: число посещений периферийных квадратов отдельно от числа посещений внутренних квадратов; «стойки» на задние лапы и грумингов — комплексов реакций в виде умывания, обыскивания, вылизывания шерсти (ориентировочно-исследовательский вертикальный компонент поведения). Наиболее значимым для выявления о состоянии нервной системы является исследование эмоционально-двигательного поведения в тесте «открытое поле». Это сведения дает о состоянии различных отделов мозгового ствола, мозжечка, базальных ядер и коры большого мозга, осуществляющих высший моторный контроль в организме [7].

Согласно Таблице 1 на вторые сутки эксперимента, количество пересеченных квадрат по периферии у контрольной группы в среднем составляло 158 (22,5±1,05).

Таблица 1

ЭМОЦИОНАЛЬНО-ДВИГАТЕЛЬНОЕ ПОВЕДЕНИЯ НА ВТОРЫЕ СУТКИ В ТЕСТЕ «ОТКРЫТОЕ ПОЛЕ»

Показатели	Серии	
	I (контр) n=8	III (гипок) n=8
Число периферических квадратов	22,5±1,05	22,1±1,35**
Число центральных квадратов	5,87±0,51	4,5±0,56**
Число центральных стоек	5,37±0,80	4,8±0,42**
Заглядывание в норки	2,62±0,59	3,15±0,45**
Груминг	3,55±0,39	3,10±0,20**

Примечания: n-количество животных, * -p≤ 0,5 по отношению к контролю, ** -p≤ 0,5 по отношению ко II серии, *** -p≤ 0,5 по отношению к III серии

Это доказывает о том, что, двигались в основном по периферии «открытого поля». Реже выходили в центральную его часть, где общее количество насчитывалась 60 квадратов ($5,87 \pm 0,51$). Отмечено 47 ($5,37 \pm 0,80$) центральных стоек I серии, что свидетельствовало о довольно низком уровне тревожности, поскольку все они были хорошо приучены до начала эксперимента. Периоды груминга были довольно редкими и непродолжительными. Умывание отмечено только у бти крыс контрольной серии, сум ма которых составляло 17 ($3,55 \pm 0,39$) и 24 ($2,62 \pm 0,59$) заглядываний в норки.

При исследовании горизонтальной двигательной активности III серии показало что, на вторые сутки животные реагировали как и в контрольной группе ($22,1 \pm 1,35$), хотя по данным Лукьянова Л. Д эти показатели уменьшались [10]. На вторые сутки эксперимента, число квадрат внутренних пересечений (54), характеризующие эмоциональное состояние животных, III серии не отличалась от нормы. У крыс с гипоксической нагрузкой, число стоек, на вторые сутки исследования, снизилась на 10% по сравнению с контролем.

Как показывает Таблица 1 на вторые сутки у животных III серии (гипоксия) число заглядываний в норки на 17% ($4,8 \pm 0,42$) ниже по сравнению с контролем. На второй день груминга у третьей группы по сравнению с нормой достоверно не отличались. Полученные результаты свидетельствуют о нарушении эмоционально-двигательного поведения у животных вследствие воздействия острой гипоксии, на вторые сутки нарушаются функции высших отделов ЦНС регулирующие ориентировочно-исследовательскую поведению. На третьи сутки эксперимента были зафиксированы снижение от нормы внутренних квадрат на 35%, периферийных квадрата на 30%, число стоек на 29%. Число заглядываний в отверстие, относящиеся к категории комфортного поведения в тесте «открытое поле» особо не отличались от нормы ($2,58 \pm 0,43^{**}$).

Из этого следует заключить, что при острой гипоксии нарушаются метаболизмы и ведут к уменьшению выработки энергии в нервной клетке, резко угнетают возбудимость нейронов отвечающих за груминги.

Таблица-2

ЭМОЦИОНАЛЬНО-ДВИГАТЕЛЬНОЕ ПОВЕДЕНИЯ
 НА ЧЕТВЕРТЫЕ СУТКИ В ТЕСТЕ «ОТКРЫТОЕ ПОЛЕ»

Показатели	Серии	
	I (контр) n=8	II (гипок) n=8
Число периферических квадратов	$22,5 \pm 1,05$	$12,1 \pm 1,35^{**}$
Число центральных квадратов	$5,87 \pm 0,51$	$2,45 \pm 0,41^{**}$
Число центральных стоек	$5,37 \pm 0,80$	$2,8 \pm 0,42^*$
Заглядывание в отверстие	$2,62 \pm 0,59$	$2,15 \pm 0,45^*$
Груминг	$3,55 \pm 0,64$	$2,40 \pm 0,20$

Примечания: n-количество животных, * - $p \leq 0,5$ по отношению к контролю, ** - $p \leq 0,5$ по отношению ко II серии, *** - $p \leq 0,5$ по отношению к III серии

На 4-е сутки у крыс с барокамерной гипоксией наблюдалось общее повышение уровня тревожности ($2,8 \pm 0,42^*$) по сравнению показателями третьего дня ($2,45 \pm 0,41^{**}$) что свидетельствует в пользу пассивно-оборонительной мотивации поведения на протяжении первых четырех суток после гипоксии. Некоторые дискоординации между этими показателями должно быть происходила вследствие нарушения функционально-анатомических связей, как между отдельными нейронами, так и различными отделами мозга. Общая ориентировочно-исследовательская активность оставалась на низком уровне ($2,15 \pm 0,45^*$) по сравнению с контролем.

Число внутренних пересеченных квадрат, характеризующие эмоциональное состояние животных на четвертые сутки этот уменьшен на 50%. Аналогичные данные приведены в работах А. А. Миронова [11] где устойчивость нервной системы к острой гипоксии при введении буфотина также показал полное угнетение скелетной мускулатуры [6-9].

На четвертой сутке у животных с гипоксией число стоек на 40% меньше от нормы. Заглядываний в отверстие на 10% ($2,15 \pm 0,45^*$) меньше от нормы. Число умываний этой же группы животных начиная с третьего дня, — уменьшалось, а на четвертые сутки наблюдения по отношению к контрольной было меньше на 41%.

Таким образом, при острой гипоксии на четвертые сутки наблюдается угнетение горизонтальной двигательной активности, резкое снижение тонуса скелетной мускулатуры.

Изучение характера поведения животных, получавших острую гипобарическую гипоксию в шестой день, в тесте «открытое поле» представлено в Таблице 3.

Таблица 3

Тесты на открытом поле в шестой день после острой гипобарической гипоксии

Серии	Число				
	Пересеченных	Внутренних	Локомоция	Заглядываний	Грумлинг
Контрольная 8	$M 22.4 \pm 1.25$	$M 5.9 \pm 0.40$	$M 5.7 \pm 0.30$	$M 2.6 \pm 0.16$	$M 3.7 \pm 0.36$
гипоксия 8	$M 21 \pm 1.01$	$M 13.45 \pm 0.41$	$M 4.6 \pm 0.40$	$M 4.45 \pm 0.41$	$M 3.15 \pm 0.20$

Примечания: n-количество животных, * - $p \leq 0,5$ по отношению к контролю, ** - $p \leq 0,5$ по отношению ко II серии, *** - $p \leq 0,5$ по отношению к III серии

По Таблице 3 видно что, на шестой день общая двигательная активность существенно уменьшалась, что является отражением пассивно-оборонительной тактики поведения крысы в ответ на гипоксический стресс. На 6-е сутки наблюдалось общее повышение уровня тревожности по сравнению с исходными показателями, что, вероятно, свидетельствует в пользу пассивно-оборонительной мотивации поведения на протяжении первых шести суток после гипоксии. Некоторые дискоординации между этими показателями должно быть происходили вследствие нарушения функционально-анатомических связей, как между отдельными нейронами, так и различными отделами мозга.

Общая ориентировочно-исследовательская активность оставалась на очень низком уровне по сравнению с контрольным. Полученные нами данные соответствовали литературным данным А. А. Миронова с соавторами [11].

Заключение

Результаты экспериментов свидетельствуют, что острая гипоксия приводит к торможению эмоционально-двигательной активности у животных на 3-е сутки, истощая энергетические ресурсы в нервных клетках головного мозга крыс. Начиная с четвертой сутки угнетают возбудимость нейронов отвечающих за груминги, повышается резистентность организма животных к острой гипобарической гипоксии. Действие пониженного барометрического давления (высоты 6000метров над уровнем моря) на пятые и шестые сутки приводят к гипоксическому нарушению функций высших отделов ЦНС.

Список литературы:

1. Абаева Т. С., Жанганаева М. Т., Абдыкеримова А. С. Морфологические особенности тимуса у новорожденных крыс в условиях горной гипоксии Кыргызстана // Re-health Journal. 2020. №2-2 (6). С. 143-148.

2. Джолдошева Г. Т., Саттаров А. Э., Тулекеев Т. М. Особенности физического развития у детей высокогорья Кыргызстана // Клинико-морфологические аспекты фундаментальных и прикладных медицинских исследований: Материалы международной научной конференции. Воронеж, 2021. С. 60-65.
3. Исмаилова С. А. Морфометрические показатели сердца равнинных крыс при краткосрочной их адаптации к высокогорью Алая // International Scientific Periodical Journal. 2017. №4. С. 73-75.
4. Тухватшин Р. Р. Влияние энергетических напитков на экспериментальных животных в условиях барокамерной гипоксии // Наука, новые технологии и инновации Кыргызстана. 2019. №6. С. 98-100.
5. Шаназаров А. С., Шувалова М. С. Изменение морфологической картины сосудистого сплетения головного мозга крысы при церебральной ишемии в горах // Вестник Киргизско-Российского Славянского университета. 2019. Т. 19. №1. С. 112-116.
6. Шувалова М. С., Шаназаров А. С. Влияние глибенкламида на сосудистое сплетение и микроциркуляцию головного мозга при субтотальной ишемии в высокогорье // Вестник Киргизско-Российского Славянского университета. 2021. Т. 21. №1. С. 189-193.
7. Саатова Г. М., Фуртикова А. Б., Бурабаев Б. Д., Абжапарова Д., Мусуркулова Б. А. Уровень артериального давления у детей в условиях высокогорья и факторы риска формирования артериальной гипертензии // Известия ВУЗов Кыргызстана. 2017. №8. С. 21-23.
8. Джунусова Г. С., Садыкова Г. С., Курманбаекеев Ю. М. Взаимосвязи основных типов механизмов регуляции мозга с особенностями эндокринного метаболизма горцев // Вестник Киргизско-Российского Славянского университета. 2017. Т. 17. №10. С. 184-187.
9. Лапшин Р. Д., Миронов А. А. Оценка уровня тревожности по устойчивости к гипобарической гипоксии крыс // Регуляция и управление в биосистемах. Труды молодых ученых биологического ф-та ННГУ им. Н.И. Лобачевского. Н. Новгород. 1998. С. 111-112.
10. Лукьянова Л. Д. Новое о патофизиологических и патобиохимических механизмах гипоксии // Тезисы докладов II Всероссийского конгресса по патофизиологии. М., 2000. С. 123.
11. Миронов А. А., Мухина И. В., Крылов В. Н. Влияние превентивного введения буфотина на устойчивость центральной нервной системы крыс к острой гипобарической гипоксии // Нижегородский медицинский журнал. 2003. №1. С. 26-33.

References:

1. Abaeva, T. S., Zhanaganava, M. T., & Abdykerimova, A. S. (2020). Morfologicheskie osobennosti timusa u novorozhdennykh krys v usloviyakh gornoi gipoksii Kyrgyzstana. *Re-health Journal*, (2-2 (6)), 143-148. (in Russian).
2. Dzholdosheva, G. T., Sattarov, A. E., & Tulekeev, T. M. (2021). Osobennosti fizicheskogo razvitiya u detei vysokogor'ya Kyrgyzstana. In *Kliniko-morfologicheskie aspekty fundamental'nykh i prikladnykh meditsinskikh issledovaniy: Materialy mezhdunarodnoi nauchnoi konferentsii*, Voronezh, 60-65. (in Russian).
3. Ismailova, S. A. (2017). Morfometricheskie pokazateli serdtsa ravninnykh krys pri kratkosrochnoi ikh adaptatsii k vysokogor'yu Alaya. *International Scientific Periodical Journal*, (4), 73-75. (in Russian).

4. Tukhvatshin, R. R. (2019). Vliyanie energeticheskikh napitkov na eksperimental'nykh zhivotnykh v usloviyakh barokamernoi gipoksii. *Nauka, novye tekhnologii i innovatsii Kyrgyzstana*, (6), 98-100. (in Russian).
5. Shanazarov, A. S., & Shuvalova, M. S. (2019). Izmenenie morfologicheskoi kartiny sosudistogo spleteniya golovnoogo mozga krysy pri tserebral'noi ishemii v gorakh. *Vestnik Kirgizsko-Rossiiskogo Slavyanskogo universiteta*, 19(1), 112-116. (in Russian).
6. Shuvalova, M. S., & Shanazarov, A. S. (2021). Vliyanie glibenklamida na sosudistoe spletenie i mikrotsirkulyatsiyu golovnoogo mozga pri subtotal'noi ishemii v vysokogor'e. *Vestnik Kirgizsko-Rossiiskogo Slavyanskogo universiteta*, 21(1), 189-193. (in Russian).
7. Saatova, G. M., Furtikova, A. B., Burabaev, B. D., Abzhaparova, D., & Musurkulova, B. A. (2017). Uroven' arterial'nogo davleniya u detei v usloviyakh vysokogor'ya i faktory riska formirovaniya arterial'noi gipertenzii. *Izvestiya VUZov Kyrgyzstana*, (8), 21-23. (in Russian).
8. Dzhunusova, G. S., Sadykova, G. S., & Kurmanbakeev, Yu. M. (2017). Vzaimosvyazi osnovnykh tipov mekhanizmov regulyatsii mozga s osobennostyami endokrinnogo metabolizma gortsev. *Vestnik Kirgizsko-Rossiiskogo Slavyanskogo universiteta*, 17(10), 184-187. (in Russian).
9. Lapshin, R. D., & Mironov, A. A. (1998). Otsenka urovnya trevozhnosti po ustoichivosti k gipobaricheskoi gipoksii krysa. In *Regulyatsiya i upravlenie v biosistemakh. Trudy molodykh uchennykh biologicheskogo f-ta NNGU im. N.I. Lobachevskogo*, N. Novgorod. 111-112. (in Russian).
10. Luk'yanova, L. D. (2000). Novoe o patofiziologicheskikh i patobiokhimicheskikh mekhanizmach gipoksii. In *Tezisy dokladov II Vserossiiskogo kongressa po patofiziologii*, Moscow. 123. (in Russian).
11. Mironov, A. A., Mukhina, I. V., & Krylov, V. N. (2003). Vliyanie preventivnogo vvedeniya bufotina na ustoichivost' tsentral'noi nervnoi sistemy krysa k ostroi gipobaricheskoi gipoksii. *Nizhegorodskii meditsinskii zhurnal*, (1), 26-33. (in Russian).

Работа поступила
в редакцию 05.03.2022 г.

Принята к публикации
09.03.2022 г.

Ссылка для цитирования:

Алдашукуров Ы. А., Тухватшин Р. Р. Влияние барокамерной гипоксии на эмоционально-двигательное поведения животных // Бюллетень науки и практики. 2022. Т. 8. №4. С. 313-319. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/77/34>

Cite as (APA):

Aldashukurov, Y., & Tukhvatshin, R. (2022). Influence of Press Chamber Hypoxia on the Research Activity of Animals. *Bulletin of Science and Practice*, 8(4), 313-319. (in Russian). <https://doi.org/10.33619/2414-2948/77/34>